

UNIVERSITE HASSAN II - MOHAMMEDIA
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES



FILIERE: MATHEMATIQUE, INFORMATIQUE ET PHYSIQUE
MIP (GROUPE C, TD 5, TP6)

COMTPE RENDU

CONSERVATION DE L'ENERGIE MECANIQUE (ROUE DE MAXWELL)

DEPARTEMENT PHYSIQUE

P-411 MECANIQUE DU SOLIDE / MECANIQUE QUANTIQUE



REALISE PAR :

+HAMIDOU YOUNESS
+HAJJAJI ASMAA
+BOUIHI SOUKAINA

ENCADRES PAR :

Pr.

SOMMAIRE

OBJECTIFS

- ✓ DETERMINATION DU MOMENT D'INERTIE D'UNE ROUE DE MAXWELL.
- ✓ DETERMINATION AVEC LA ROUE DE MAXWELL EN FONCTION DU TEMPS :
  1. L'ENERGIE POTENTIELLE.
  2. L'ENERGIE CINETIQUE.

PRINCIPE

- ✓ LA ROUE DE MAXWELL EST SUSPENDUE PAR DEUX CORDES POUVANT SE DEROULER SUR SON AXE, UNE FOIS ENVELOPPES AVEC REGULARITE LES FILS A L'AXE, SI ON ABANDONNE LA ROUE, CELLE-CI APRES ETRE DESCENDUE AVEC UN MOUVEMENT UNIFORMEMENT ACCELERE, REMONTE ENSUITE A DES HAUTEURS TOUJOURS DECROISSANTES ET AVEC UN MOUVEMENT UNIFORMEMENT RETARDE.
- ✓ L'ENERGIE POTENTIELLE, L'ENERGIE DE CINETIQUE DE TRANSLATION ET CELLE DE ROTATION SE TRANSFORMENT MUTUELLEMENT L'UNE DANS L'AUTRE ET SONT DETERMINEES EN FONCTION DU TEMPS.

I-Montage et mode opératoire:

A l aide des vis on règle la longueur de nos cordes après on tourne vers l'intérieur de telle façon que la densité des enroulements soit la même des deux cotées la 1ère et la 2ème doivent être surveillé car un mauvais enroulement peut provoquer un échappement du « gyroscope »
L interrupteur sert à délibéré la roue et démarrer le compteur l'interrupteur est réglé de telle façon à ce que la roue n'effectue pas de mouvement pendulaire ou de roulis .la barrière lumineuse sert, lors de la mesure chemin temps, d'arrêter le compteur.

Le compteur étant branché en porte électronique, on peut aussi avec ce montage déterminer la vitesse instantanée de la roue

$$V(t+\Delta t)=\frac{\Delta s}{\Delta t}$$

En cas de branchement en porte électronique (shuntage des douilles Start-stop, jaune jaune) il faut actionner le bouton stop-invert.

II-Etude théorique et exploitation :

L'énergie totale E de la roue de Maxwell de masse m et de moment d'inertie I_Z autour de l'axe de rotation se compose de l'énergie potentielle E_P, de l'énergie cinétique de translation E_T et de l'énergie cinétique de rotation E_R.

$$E=m.g.s+\frac{m}{2}V^2+\frac{Iz}{2}\omega^2$$

ω est la vitesse angulaire, v la vitesse de translation, g l'accélération terrestre et s la hauteur (négative).

$$ds=d\phi\wedge r$$

et

$$v=\frac{ds}{dt}=\frac{d\phi}{dt}\wedge r=\omega\wedge r$$

r étant le rayon de l'axe de rotation. Dans notre cas, g//s et ω perpendiculaire à r, de sorte que l'on a

$$L_Z=I_Z.\omega$$

$$E=-m.g.s(t)+\frac{1}{2}\left(m+\frac{Iz}{r\times r}\right)(v(t))^2$$

III-MANIPULATION :

1) Tableau chemin parcouru s en fonction du temps au carré t^2 :

s(cm)	100	200	300	400
t_1(s)	2.69	3.75	4.67	5.72

$t_2(s)$	2.75	3.62	4.74	5.16
$t_3(s)$	2.51	4.02	4.56	5.27
$t_{moy}(s)$	2.65	3.79	4.65	5.38
$t_1^2(s^2)$	6.86	14.06	21.80	32.71
$t_2^2(s^2)$	7.56	13.10	22.46	26.62
$t_3^2(s^2)$	6.30	16.16	20.79	27.77
$t_{moy}^2(s^2)$	6.90	14.44	21.46	29.03
$\Delta t(s)$	0.14	0.17	0.09	0.22
$\Delta t^2(s^2)$				

Avec $\Delta(t)= \sup|t_{moy}-t_i|$, $\Delta (t^2)= \sup|t_{moy}^2-t_i^2|= 2t\Delta(t)$ et $\Delta s=5mm$

2) Tableau de la vitesse v en fonction du temps t :

s(cm)	100	200	300	400
$t_{moy}(s)$	2.65	3.79	4.65	5.38
$\Delta t'_1(ms)$	182.1	145.3	117.7	95.42
$\Delta t'_2(ms)$	145.8	135.4	108.6	102.2
$\Delta t'_3(ms)$	127.2	145.2	101.7	97.74
$\Delta t'_{moy}(ms)$	151.7	141.9	109.3	98.45
V(cm/s)	37.73	52.77	64.51	74.34
Δv(cm/s)	2.34	2.10	1.62	1.45

$V = ds/dt= s/t$ $\Delta V = V(\frac{\Delta s}{s}+\frac{\Delta t'}{t})$ et $\Delta s=5mm$

Les courbes $s(t^2)$ & $v(t)$

3) l'expression de s(t) et v(t).

On d'après la conservation de l'énergie mécanique E=cte

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt}\left(-mg\, s(t) + \frac{1}{2}\left(m + \frac{Iz}{r\times r}\right)(v(t))^2\right) = 0$$

$$\Rightarrow \quad -mg\frac{ds}{dt} + v\left(m + \frac{Iz}{r\times r}\right)\frac{dv}{dt} = 0 \qquad \text{on } v=\frac{ds}{dt}$$

$$\rightarrow \quad -mg + \left(m + \frac{Iz}{r \times r}\right)\frac{dv}{dt} = 0$$

$$\rightarrow \quad dv = (mg\ dt) / \left(m + \frac{Iz}{r \times r}\right)$$

$$\rightarrow \quad v = (mg\ t) / \left(m + \frac{Iz}{r \times r}\right) = (g.t) / \left(1 + \frac{Iz}{mr \times r}\right)$$

$$\rightarrow \quad S(t) = \int (g.\ tdt) / \left(1 + \frac{Iz}{mr \times r}\right) = \left(\frac{g}{2}.t^2\right) / \left(1 + \frac{Iz}{mr \times r}\right)$$

4) Calcule du moment d'inertie I_Z :

Retrouvons au premier lieu l'expression du moment d'inertie I_Z :

On a $\quad s(t) = \left(\frac{g}{2}.t^2\right) / \left(1 + \frac{Iz}{mr \times r}\right) \rightarrow I_Z = \left[\left[\frac{g}{2}.t^2 / s(t)\right] - 1\right].mr^2$

On a r= 6.5 cm m= 470 g g= 9.81 $m.s^{-2}$ et pour s=44.5cm on a t=5.775 s

Donc I_Z= 727.99 $g.m^2$=7.28.10^{-1} $Kg.m^2$

5) Les graphes représentatifs en fonction du temps :

s(cm)	100	200	300	400
t(s)				
V(cm/s)	37,73	52,77	64.51	74,34
ω(rad/s)				
I_Z(10^{-1}Kg.m^2)				

$E_P(j)$				
$E_T(10^{-4}j)$				
$E_R(10^{-1}j)$				

Conclusion :

- **D'après les valeurs expérimentales, on remarque que la somme énergie potentielle E_P, énergie cinétique de rotation E_R, énergie cinétique de translation E_T est toujours égale à une constante quelque soit la variation du Δt ou du Δs, ce qui confirme le principe de la conservation de l'énergie mécanique.**